

## Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem zeitlichen Verlauf

**Publication number:** DE19912112 (A1)

**Publication date:** 2000-09-21

**Inventor(s):** PANZER KARLHEINZ [DE]

**Applicant(s):** MANNESMANN REXROTH AG [DE]

**Classification:**

- **international:** H03K4/06; H03K4/00; (IPC1-7): H03K4/69

- **European:** H03K4/06M

**Application number:** DE19991012112 19990318

**Priority number(s):** DE19991012112 19990318

**Also published as:**

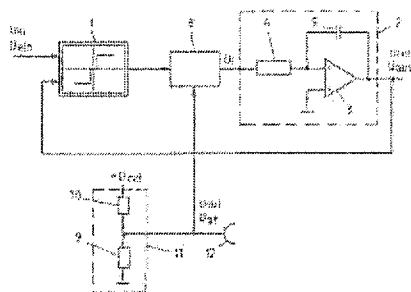
WO0057551 (A1)

**Cited documents:**

US4016496 (A)

### Abstract of DE 19912112 (A1)

The invention relates to a circuit arrangement for producing a voltage with a ramp-type time history between a first voltage value and a second voltage value according to the temporal modification of an input voltage. The circuit arrangement has an integrator with an input which is subjected to a voltage. Said voltage depends on the difference between the input voltage and the output voltage of the integrator. In known circuit arrangements of this type, the ramp time is modified by a modification of a resistance in the input arm of the integrator. In order to verify the ramp time, the resistance value must be measured, or the time function of the output voltage must be evaluated after a jump in the input voltage.; In order to simplify the determination of the ramp time, a voltage limiting circuit is connected in series to the integrator which limits the voltage that is supplied to said integrator to a value predetermined by an adjustable control voltage. The ramp duration can be determined by measuring the control voltage. The circuit arrangement is particularly suitable as a ramp generator for input signals of electrical amplifiers for controlling proportional valves for liquid media.





⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 12 112 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**H 03 K 4/69**

②① Aktenzeichen: 199 12 112.5  
②② Anmeldetag: 18. 3. 1999  
④③ Offenlegungstag: 21. 9. 2000

**DE 199 12 112 A 1**

⑦① Anmelder:  
Mannesmann Rexroth AG, 97816 Lohr, DE

⑦② Erfinder:  
Panzer, Karlheinz, 97525 Schwebheim, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
US 40 16 496

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem zeitlichen Verlauf

⑤⑦ Die Schaltungsanordnung dient zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem zeitlichen Verlauf zwischen einem ersten Spannungswert und einem zweiten Spannungswert in Abhängigkeit von der zeitlichen Änderung einer Eingangsspannung. Die Schaltungsanordnung weist einen Integrator auf, dessen Eingang mit einer Spannung beaufschlagt ist, die von der Differenz zwischen der Eingangsspannung und der Ausgangsspannung des Integrators abhängig ist. Bei bekannten derartigen Schaltungsanordnungen erfolgt eine Änderung der Rampenzeit durch Änderung eines Widerstands im Eingangszweig des Integrators. Um die Rampenzeit zu überprüfen, muß der Widerstandswert gemessen werden oder die Übergangsfunktion der Ausgangsspannung nach einem Sprung der Eingangsspannung ausgewertet werden. Um die Ermittlung der Rampenzeit zu vereinfachen, ist dem Integrator eine Spannungsbegrenzungsschaltung vorgeschaltet, die die dem Integrator zugeführte Spannung auf einen durch eine einstellbare Steuer-spannung vorgegebenen Wert begrenzt. Die Rampenzeit läßt sich durch Messung der Steuerspannung ermitteln. Die Schaltungsanordnung ist insbesondere als Rampenbildner für Eingangssignale von elektrischen Verstärkern zur Ansteuerung von Proportionalventilen für fluidische Medien geeignet.

**DE 199 12 112 A 1**

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem zeitlichen Verlauf gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Schaltungsanordnungen sind durch die Mannesmann Rexroth GmbH als Bestandteil von elektrischen Verstärkern zur Ansteuerung von Proportionalventilen hergestellt und vertrieben worden. Ein derartiger Verstärker ist z. B. in dem Datenblatt RD 29904/04.98 "Elektrischer Verstärker – Typ VT 2000, Serie 5X" der Mannesmann Rexroth AG angegeben.

Die Fig. 1 zeigt das Prinzipschaltbild einer zum Stand der Technik zählenden Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem zeitlichen Verlauf. Eine derartige Schaltungsanordnung ist im folgenden kurz als Rampenbildner bezeichnet. Die dem Rampenbildner zugeführte Eingangsspannung ist mit  $U_{\text{ein}}$  bezeichnet. Die Ausgangsspannung des Rampenbildners ist mit  $U_{\text{aus}}$  bezeichnet. Bei einer sprungförmigen Änderung der Spannung  $U_{\text{ein}}$  von einem ersten Spannungswert  $U_1$  auf einen zweiten Spannungswert  $U_2$  folgt die Spannung  $U_{\text{aus}}$  der Spannung  $U_{\text{ein}}$  nach einem rampenförmigem zeitlichen Verlauf. Die Spannungen  $U_{\text{ein}}$  und  $U_{\text{aus}}$  sind einer Vergleicherschaltung 1 als Eingangsspannungen zugeführt. Die Vergleicherschaltung 1 gibt ein von der Differenz der Spannungen  $U_{\text{ein}}$  und  $U_{\text{aus}}$  abhängiges Signal aus. Der Zusammenhang zwischen der Differenz der Eingangsspannungen der Vergleicherschaltung 1 und ihrer Ausgangsspannung ist als Kennlinie in dem Block 1 dargestellt. Die Kennlinie zeigt ein Dreipunktverhalten, d. h. die Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 nimmt in Abhängigkeit von der Differenz der ihr zugeführten Spannungen  $U_{\text{ein}}$  und  $U_{\text{aus}}$  nur drei verschiedene Werte an. In der Praxis erfolgt im Bereich des Nullpunkts ein steiler Übergang von einer konstanten negativen Spannung zu einer konstanten positiven Spannung. Der Vergleicherschaltung 1 ist ein Integrator 2 nachgeschaltet. Der Integrator 2 enthält einen Operationsverstärker 3, in dessen Eingangszweig ein einstellbarer Widerstand 4 und in dessen Rückführzweig ein Kondensator 5 angeordnet ist. Der Ausgang der Vergleicherschaltung 1 ist über eine Diode 6 mit einer negativen Bezugsspannung  $-U_{\text{ref}}$  und über eine Diode 7 mit einer positiven Bezugsspannung  $+U_{\text{ref}}$  verbunden. Die Flußspannungen der Dioden 6 und 7, d. h. die Spannungen, die bei Stromfluß an den Dioden 6 und 7 abfallen, sind praktisch konstant. Im folgenden sind sie mit  $U_d$  bezeichnet. Die positive und die negative Versorgungsspannung der Vergleicherschaltung 1 sind betragsmäßig größer als die entsprechenden Bezugsspannungen  $+U_{\text{ref}}$  und  $-U_{\text{ref}}$ . Solange die Spannung  $U_{\text{ein}}$  größer als die Spannung  $U_{\text{aus}}$  ist, fließt Strom von der negativen Bezugsspannung  $-U_{\text{ref}}$  über die Diode 6 und den Ausgang der Vergleicherschaltung 1 zu der negativen Versorgungsspannung. Dabei stellt sich die Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 auf den Wert  $-(U_{\text{ref}} + U_d)$  ein. Diese Spannung ist dem Integrator 2 als feste Eingangsspannung zugeführt. Der Integrator 2 bewirkt in an sich bekannter Weise eine Vorzeichenumkehr zwischen Eingangsspannung und Ausgangsspannung. Solange die Spannung  $-(U_{\text{ref}} + U_d)$  am Eingang des Integrators 2 ansteht, steigt die Spannung  $U_{\text{aus}}$  linear mit einer Steigung entsprechend der Rampenzeit

$$TR = \frac{U_{100\%}}{U_{\text{ref}} + U_d} \times T_0$$

an, wobei mit  $U_{100\%}$  die normierte maximale Eingangsspannung und mit  $T_0$  die Zeitkonstante des Integrators 2 be-

zeichnet ist. Die Zeitkonstante des Integrators 2 ist  $T_0 = R_4 \times C_5$ . Mit  $R_4$  und  $C_5$  sind der Widerstandswert des Widerstands 4 bzw. die Kapazität des Kondensators 5 bezeichnet. Wenn die Spannung  $U_{\text{aus}}$  die Spannung  $U_{\text{ein}}$  erreicht hat, nimmt die Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 den Wert null an. Solange dem Integrator 2 die Spannung null zugeführt wird, bleibt die Spannung  $U_{\text{aus}}$  konstant. Wird jetzt die Spannung  $U_{\text{ein}}$  verringert, ist die Spannung  $U_{\text{aus}}$  größer als die Spannung  $U_{\text{ein}}$ . Jetzt fließt Strom von der positiven Versorgungsspannung über den Ausgang der Vergleicherschaltung 1 und die Diode 7 zu der positiven Referenzspannung  $+U_{\text{ref}}$ . Dabei stellt sich die Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 auf den Wert  $U_{\text{ref}} + U_d$  ein. Diese Spannung ist dem Integrator 2 als feste Eingangsspannung zugeführt. Wegen der Vorzeichenumkehr zwischen der Eingangsspannung und der Ausgangsspannung des Integrators 2 verringert sich die Spannung  $U_{\text{aus}}$  linear mit einer Steigung entsprechend der Rampenzeit  $TR$ , bis sie die Spannung  $U_{\text{ein}}$  wieder erreicht hat. Die Rampenzeit  $TR$  ist die Zeit, in der die Spannung  $U_{\text{aus}}$  nach einem Sprung der Spannung  $U_{\text{ein}}$  um 100% den neuen Wert erreicht hat. Diese Zeit ist durch die dem Eingang des Integrators 2 zugeführte Spannung und durch die Zeitkonstante  $T_0$  des Integrators 2 bestimmt. Sind die Spannung  $U_{\text{ref}} + U_d$  und die Kapazität  $C_5$  bekannt, läßt sich die Rampenzeit  $TR$  aus dem Widerstandswert  $R_4$  des einstellbaren Widerstands 4 berechnen. Ist der einstellbare Widerstand 4 mit einer Einstellskala versehen, läßt sich der jeweils eingestellte Widerstandswert  $R_4$  an der Einstellskala ablesen. Derartige Widerstände mit Einstellskala, insbesondere in mehrgängiger Ausführung, sind jedoch voluminös und teuer. Als eine andere Möglichkeit zur Ermittlung der Rampenzeit  $TR$  ist eine Messung des Widerstandswerts  $R_4$  des einstellbaren Widerstands 4 denkbar. Eine derartige Messung ist aufwendig, da die Widerstandsmessung an einem in eine Schaltung eingebauten Widerstand erfolgen müßte. Dazu kommt, daß die oben als konstant angenommene Flußspannung  $U_d$  der Dioden 6 und 7 in der Praxis nicht konstant ist, sondern u. a. von Exemplarstreuungen oder von der Umgebungstemperatur beeinflusst ist. Eine andere Möglichkeit, die Rampenzeit zu ermitteln, ist die Aufnahme und die Auswertung der Übergangsfunktion der Spannung  $U_{\text{aus}}$  nach einem Sprung der Spannung  $U_{\text{ein}}$ . Mit diesem Verfahren läßt sich zwar die Größe einer eingestellten Rampenzeit  $TR$  ermitteln, eine Einstellung der Rampenzeit  $TR$  auf einen bestimmten Wert erfordert jedoch eine Reihe von Versuchen, bis dieser Wert erreicht ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, die es erlaubt, die Rampenzeit auf einfache Weise zu ermitteln.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst. Da die Rampenzeit gemäß der Erfindung durch die Höhe einer Steuerspannung bestimmt ist, läßt sich die Rampenzeit durch Messen der Steuerspannung einfach ermitteln. Die Messung der Steuerspannung kann entweder zur Prüfung der eingestellten Rampenzeit dienen oder gleichzeitig mit der Einstellung der Rampenzeit erfolgen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Die Messung der Steuerspannung vereinfacht sich, wenn die Steuerspannung auf das Bezugspotential der Schaltungsanordnung bezogen ist. In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Steuerspannung an dem Abgriff eines von einer Referenzspannungsquelle versorgten Spannungsteilers abgegriffen. Werden mehrere Spannungsteiler an die Referenzspannungsquelle angeschlossen, stehen an den Abgriffen der Spannungsteiler mehrere, vorzugsweise unterschiedlich

große Spannungen an. Werden diese Spannungen dem Steuereingang der Begrenzungsschaltung nacheinander über einen gesteuerten Schalter zugeführt, lassen sich programmgesteuert rampenförmige Verläufe mit unterschiedlicher Steigung realisieren. Durch die Verwendung von mehrgängigen Potentiometern ist eine feinfühligke Einstellung der Rampenzeit möglich. Da die Einstellung der Rampenzeit über die an dem Potentiometer abgegriffenen Spannung erfolgt, können mehrgängige Potentiometer ohne Skala verwendet werden, die sich platzsparend anordnen lassen. In einer besonderen Ausgestaltung der Spannungsbegrenzungsschaltung wird für steigende und fallende Rampen dieselbe Steuerspannung verwendet.

Die Erfindung wird im folgenden mit ihren weiteren Einzelheiten anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

**Fig. 1** eine zum Stand der Technik zählende Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem zeitlichen Verlauf,

**Fig. 2** eine erste Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem Verlauf gemäß der Erfindung in schematischer Darstellung und

**Fig. 3** eine zweite, gegenüber der in der **Fig. 2** dargestellten Schaltungsanordnung erweiterte Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem Verlauf gemäß der Erfindung.

In den Figuren sind gleiche Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die **Fig. 2** zeigt in schematischer Darstellung eine erste Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Spannung mit rampenförmigem Verlauf gemäß der Erfindung. Einer Vergleicherschaltung 4 sind als Eingangsspannungen eine Spannung  $U_{\text{ein}}$  und die Ausgangsspannung  $U_{\text{aus}}$  eines Integrators 2 zugeführt. Aufbau und Wirkungsweise der Vergleicherschaltung 1 und des Integrators 2 sind bereits oben im Zusammenhang mit der **Fig. 1** im einzelnen beschrieben worden. Erfindungsgemäß ist in der **Fig. 2** zwischen dem Ausgang der Vergleicherschaltung 1 und dem Eingang des Integrators 2 eine Spannungsbegrenzungsschaltung 8 angeordnet. Die dem Integrator 2 zugeführte Spannung ist im folgenden mit  $U_i$  bezeichnet. Die Spannungsbegrenzungsschaltung 8 begrenzt die Spannung  $U_i$  auf einen durch eine Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  einstellbaren Wert, wenn der Betrag der der Spannungsbegrenzungsschaltung 8 zugeführten Spannung größer als die Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  ist. Ist der Betrag der der Spannungsbegrenzungsschaltung 8 zugeführten Spannung kleiner als die Steuerspannung  $U_{\text{st}}$ , ist die Spannungsbegrenzungsschaltung 8 nicht wirksam, die ihr zugeführte Spannung wird direkt an den Eingang des Integrators 2 weitergeleitet. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn die Spannung  $U_{\text{aus}}$  gleich der Spannung  $U_{\text{ein}}$  ist. In diesem Fall ist die Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 gleich null. Wie oben beschrieben, bildet der Operationsverstärker 3 zusammen mit dem Widerstand 4 im Eingangszweig und dem Kondensator 5 im Rückführzweig den Integrator 2. Die Zeitkonstante  $T_0$  des Integrators 2 ist gleich  $R_4 \times C_5$ . Da die Zeitkonstante  $T_0$  durch den Widerstand 4 und den Kondensator 5 vorgegeben ist, erfolgt die Änderung der Rampenzeit  $TR$  über die dem Integrator 2 zugeführte Spannung  $U_i$ . Diese Spannung ist von der Differenz zwischen den Spannungen  $U_{\text{ein}}$  und  $U_{\text{aus}}$  abhängig. Sie kann drei verschiedene Werte annehmen. Sind die Spannungen  $U_{\text{ein}}$  und  $U_{\text{aus}}$  gleich, ist die Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 gleich null. Weicht die Spannung  $U_{\text{aus}}$  von der Spannung  $U_{\text{ein}}$  ab, steht am Ausgang der Vergleicherschaltung 1 eine Spannung an, die betragsmäßig größer als die Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  ist, wobei das Vorzeichen dieser Spannung davon abhängt, welche der Spannungen  $U_{\text{ein}}$  und  $U_{\text{aus}}$  größer ist.

Der schaltungstechnische Aufwand läßt sich gering halten, wenn als Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 die positive und die negative Versorgungsspannung der Vergleicherschaltung 1 verwendet werden. Schwankungen der Versorgungsspannung – sofern die Versorgungsspannung nicht unter den größten Wert absinkt, den die Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  annehmen kann – spielen dabei keine Rolle, da die Höhe der Spannung  $U_1$  durch die Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  bestimmt ist. Ein aus zwei Widerständen 9 und 10 gebildeter Spannungsteiler 11 ist an eine Referenzspannung  $U_{\text{ref}}$  angeschlossen. Die an dem Widerstand 9 abfallende Teilspannung ist dem Steuereingang der Spannungsbegrenzungsschaltung 8 als Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  zugeführt. Die Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  ist auf Massepotential bezogen. Eine Meßbuchse 12 ist mit dem gemeinsamen Schaltungspunkt der Widerstände 9 und 10 verbunden. Sie dient zur Messung der Steuerspannung  $U_{\text{st}}$ . Die Rampenzeit  $TR$  ergibt sich nach der Beziehung

$$TR = T_0 \times \frac{U_{100\%}}{U_{\text{st}}}.$$

Bezeichnet man das Teilverhältnis des Spannungsteilers 11 mit  $x$ , ergibt sich bei unbelastetem Spannungsteiler die Steuerspannung zu  $U_{\text{st}} = x \times U_{\text{ref}}$ , wobei das Teilverhältnis  $x$  Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann. Für die Rampenzeit gilt dann die Beziehung

$$TR = \frac{T_0}{x} \times \frac{U_{100\%}}{U_{\text{ref}}}.$$

Die **Fig. 3** zeigt die Schaltungsanordnung eines weiteren Rampenbildners gemäß der Erfindung. Die **Fig. 3** zeigt insbesondere Einzelheiten des Aufbaus der Vergleicherschaltung 1, des Integrators 2 und der Spannungsbegrenzungsschaltung 8 sowie Einzelheiten der Anordnung zur Einstellung der Steuerspannung  $U_{\text{st}}$ .

Die Vergleicherschaltung 1 enthält einen Operationsverstärker 13 sowie zwei Widerstände 14 und 15. Die Widerstände 14 und 15 sind prinzipiell nicht erforderlich. Sie dienen zur Verbesserung der Signalgüte. Hierfür wird der Widerstand 15 sehr viel größer als der Widerstand 14 gewählt. Der Widerstand 14 begrenzt die dem Operationsverstärker 13 zugeführte Energie bei EMV-Störungen. Dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 13 ist seine Ausgangsspannung über den Widerstand 15 und die Spannung  $U_{\text{ein}}$  über den Widerstand 14 zugeführt. Dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 13 ist die Spannung  $U_{\text{aus}}$  zugeführt. In dem Bereich, in dem die Spannung  $U_{\text{aus}}$  annähernd gleich  $U_{\text{ein}}$  ist, erfolgt ein steiler Übergang der Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 von der konstanten negativen Spannung zu der konstanten positiven Spannung bzw. von der konstanten positiven Spannung zu der konstanten negativen Spannung.

Die Spannungsbegrenzungsschaltung 8 enthält einen Widerstand 16, der zwischen den Ausgang der Vergleicherschaltung 1 und den Eingang des Integrators 2 geschaltet ist. Die Spannungsbegrenzungsschaltung 8 enthält einen ersten Schaltungsteil 17, der eine positive Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 auf den positiven Wert der Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  begrenzt und einen zweiten Schaltungsteil 18, der eine negative Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 auf den negativen Wert der Steuerspannung  $U_{\text{st}}$  begrenzt. Die Ausgänge der Schaltungsteile 17 und 18 sind über eine Leitung 19 mit dem Eingang des Integrators 2 verbunden. Der Schaltungsteil 17 enthält einen Operationsverstärker 20 und eine Diode 21. Die Spannung  $U_{\text{st}}$  ist dem

nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 20 zugeführt. Die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers 20 ist über die Diode 21 dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 20 zugeführt. Der Schaltungsteil 18 enthält einen Operationsverstärker 22, eine Diode 23 sowie zwei Widerstände 24 und 25 gleicher Größe. Die Steuerungsspannung  $U_{st}$  ist dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 22 über den Widerstand 24 zugeführt. Die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers 22 ist über die Diode 23 und den Widerstand 25 dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 22 zugeführt.

Ist die Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 positiv und größer als die Steuerungsspannung  $U_{st}$ , ist die dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 20 zugeführte Spannung größer als die seinem nichtinvertierenden Eingang zugeführte Spannung  $U_{st}$ . Die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers 20 ist im ersten Augenblick negativ, über die Diode 21 fließt Strom und die Spannung  $U_i$  stellt sich so ein, daß sie gleich der Spannung  $U_{st}$  ist. Im eingeschwungenen Zustand ist die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers 20 um die Durchlaßspannung der Diode 21 kleiner als die Spannung  $U_{st}$ . Die Spannung  $U_i$  ist auch dem Widerstand 25 zugeführt. Da dem Widerstand 24 die Spannung  $U_{st}$  zugeführt ist, ist dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 22 ebenfalls die Spannung  $U_{st}$  zugeführt. Da der nichtinvertierende Eingang des Operationsverstärkers 22 auf Massepotential liegt, ist die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers 22 negativ und die Diode 23 sperrt.

Ist dagegen die Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1 negativ und betragsmäßig größer als die Steuerungsspannung  $U_{st}$ , ist auch die dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 20 zugeführte Spannung negativ. Die dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 20 zugeführte Steuerungsspannung ist positiv. Die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers 20 ist in diesem Fall positiv und die Diode 21 sperrt. Dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 22 ist über den Widerstand 24 die positive Steuerungsspannung  $U_{st}$  und über den Widerstand 25 die negative Spannung  $U_i$  zugeführt. Da die Spannung  $U_i$  zunächst betragsmäßig größer als die Steuerungsspannung  $U_{st}$  ist, ist die dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 22 zugeführte Spannung leicht negativ. Dies führt im ersten Augenblick zu einer positiven Ausgangsspannung des Operationsverstärkers 22. Über die Diode 23 fließt Strom und die Spannung  $U_i$  stellt sich so ein, daß das Potential des invertierenden Eingangs des Operationsverstärkers 22 gleich dem Massepotential ist. Da die Widerstände 24 und 25 gleich groß sind, stellt sich die Spannung  $U_i$  auf den Wert  $-U_{st}$  ein. Im eingeschwungenen Zustand ist die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers 22 um die Durchlaßspannung der Diode 23 größer als die Spannung  $U_i$ , die in diesem Fall gleich dem negativen Wert der Steuerungsspannung  $U_{st}$  ist.

Die Begrenzungsschaltung 8 ist so ausgebildet, daß sie mit derselben Steuerungsspannung  $U_{st}$  eine positive Spannung auf einen positiven Wert, nämlich  $U_i = +U_{st}$ , und eine negative Spannung auf einen betragsmäßig gleichen negativen Wert, nämlich  $U_i = -U_{st}$ , begrenzt. An die Genauigkeit der Ausgangsspannung der Vergleicherschaltung 1, insbesondere an die Temperaturkonstanz, werden keine besonderen Ansprüche gestellt.

Zwischen dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 3 des Integrators 2 und Massepotential ist eine Korrekturschaltung 26 angeordnet, die dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 3 eine Korrekturspannung zuführt. Die Korrekturspannung dient zur Offset-Korrektur und zur Symmetrierung der positiven und ne-

gativen Rampenzeiten von insbesondere durch Toleranzen von Bauteilen der Begrenzungsschaltung 8 bedingten Abweichungen.

Zur Erzeugung der Steuerungsspannung  $U_{st}$  sind in der Fig. 3 drei Potentiometer 27, 28, 29 vorgesehen, die an eine konstante Spannung  $U_{ref}$  angeschlossen sind. An den Abgriffen der Potentiometer 27, 28, 29 stehen entsprechend den mit  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  bezeichneten Teilverhältnissen die Spannungen  $U_{st1} = x_1 \times U_{ref}$ ,  $U_{st2} = x_2 \times U_{ref}$  bzw.  $U_{st3} = x_3 \times U_{ref}$  an. Die Abgriffe der Potentiometer 27, 28, 29 sind mit einem Schalter 30 und mit Meßbuchsen 31, 32 bzw. 33 verbunden. Der Schalter 30 wählt in Abhängigkeit von einem Steuersignal, das dem mit dem Bezugszeichen 34 bezeichneten Steuereingang zugeführt ist, eine der Steuerungsspannungen  $U_{st1}$ ,  $U_{st2}$ ,  $U_{st3}$  aus und führt sie dem einen Eingang einer Maximalwertauswahlschaltung 35 zu. Dem anderen Eingang der Maximalwertauswahlschaltung 35 ist eine an dem Spannungsteiler 11 abgegriffene Mindeststeuer Spannung  $U_{stmin}$  zugeführt. Die Mindeststeuer Spannung  $U_{stmin}$  bestimmt die größte Rampenzeit des Rampenbildners. Die Maximalwertauswahlschaltung 35 leitet dem Eingang der Spannungsbegrenzungsschaltung 8 die größte der ihr zugeführten Spannungen als Steuerungsspannung  $U_{st}$  zu. Durch die Maximalwertauswahl ist sichergestellt, daß auch in den Fällen, in denen eine an den Potentiometern 27, 28 oder 29 abgegriffene Spannung kleiner als die Spannung  $U_{stmin}$  ist oder in denen der Schalter 30 offen ist, die der Spannungsbegrenzungsschaltung 8 zugeführte Spannung  $U_{st}$  die Spannung  $U_{stmin}$  nicht unterschreitet. Die Messung der Spannung  $U_{st}$  erfolgt an der Meßbuchse 12. Zwischen den Eingang der Spannungsbegrenzungsschaltung 8 und Massepotential ist die Reihenschaltung eines Widerstands 36 und eines Kondensators 37 geschaltet. Die Meßbuchse 12 ist zwischen dem Widerstand 36 und dem Kondensator 37 angeschlossen. Durch den Widerstand 36 und den Kondensator 37 erfolgt eine Filterung der Steuerungsspannung  $U_{st}$  bei der Messung. Die an der Meßbuchse 12 gemessene Spannung ist – wie oben beschrieben – ein Maß für die wirksame Rampenzeit  $T_R$  des Rampenbildners. Die Meßbuchsen 31, 32, 33 erlauben vorab die Einstellung von Spannungswerten für verschiedene Rampenzeiten. Mit dem Schalter 30 lassen sich zur Realisierung unterschiedlich großer Rampenzeiten ausgewählte Steuerungsspannungen dem Eingang der Spannungsbegrenzungsschaltung 8 zuführen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in der Fig. 3 nur drei Potentiometer 27, 28, 29 dargestellt. Es ist jedoch ohne weiteres möglich, eine größere Anzahl von Potentiometern vorzusehen und deren Abgriffe mit dem Schalter 30 zu verbinden, wenn eine größere Anzahl von Rampenzeiten gewünscht wird. Da es für die Einstellung der Rampenzeit auf die an dem Abgriff der Potentiometer 27, 28, 29 gemessene Spannung ankommt und nicht auf die Stellung des Schleifers der Potentiometer, können einfache Mehrgangpotentiometer ohne Skalierung verwendet werden. Für derartige Mehrgangpotentiometer wird nur wenig Platz benötigt. Dies ist vor allem dann von Vorteil, wenn die Einstellmittel der Potentiometer von der Frontplatte einer elektrischen Baugruppe her bedienbar sein sollen.

Die Steuerungsspannung  $U_{st}$  kann alternativ von einer externen einstellbaren Spannungsquelle, z. B. einer übergeordneten Steuerung, vorgegeben werden.

Wird die Spannung  $U_{ein}$  von einer speicherprogrammierbaren Steuerung vorgegeben, ist es vorteilhaft, auch die Rampenzeit  $T_R$  durch diese Steuerung vorzugeben. Hierzu wird der Maximalwertauswahlschaltung 35 anstelle der Ausgangsspannung des Schalters 30 eine analoge Spannung zugeführt, deren Höhe die Größe der Rampenzeit bestimmt.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Ausgangsspannung mit rampenförmigem zeitlichen Verlauf zwischen einem ersten Spannungswert und einem zweiten Spannungswert in Abhängigkeit von der zeitlichen Änderung einer Eingangsspannung mit einem Integrator, dessen Eingang mit einer von der Differenz zwischen der Eingangsspannung und der Ausgangsspannung abhängigen Spannung beaufschlagt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Integrator (2) eine Spannungsbegrenzungsschaltung (8) vorgeschaltet ist, die die dem Integrator (2) zugeführte Spannung (U1) auf einen durch eine einstellbare Steuerspannung (Ust) auf gegebenen Wert begrenzt. 15
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsbegrenzungsschaltung (8) die dem Integrator (2) zugeführte Spannung auf einen Wert begrenzt, der gleich der Steuerspannung (Ust) ist. 20
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerspannung (Ust) auf Massepotential (1) bezogen ist.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerspannung (Ust) eine Teilspannung eines von einer Referenzspannung (Uref) versorgten Spannungsteilers (11) ist. 25
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler als Potentiometer (27, 28, 29) ausgebildet ist. 30
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Potentiometer (27, 28, 29) als Mehrgangpotentiometer ausgebildet ist.
7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Spannungsteiler (27, 28, 29) mit unterschiedlichem Teilerverhältnis ( $x_1, x_2, x_3$ ) vorgesehen sind und daß die Abgriffe der Spannungsteiler (27, 28, 29) über einen gesteuerten Schalter (30) mit dem Steuereingang der Spannungsbegrenzungsschaltung (8) verbindbar sind. 35
8. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsbegrenzungsschaltung (8) mit derselben Steuerspannung (Ust) eine positive Spannung auf einen positiven Wert und eine negative Spannung auf einen negativen Wert begrenzt. 40
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
  - daß zwischen den Ausgang einer Vergleicherschaltung (1), deren Eingängen die Eingangsspannung (Uein) und die Ausgangsspannung (Uaus) zugeführt sind, und den Eingang des Integrators (2) ein erster Widerstand (16) geschaltet ist, 45
  - daß die Steuerspannung (Ust) dem nichtinvertierenden Eingang eines ersten Operationsverstärkers (20) zugeführt ist, 50
  - daß der Ausgang des ersten Operationsverstärkers (20) mit der Kathode einer ersten Diode (21) verbunden ist, 55
  - daß die Anode der ersten Diode (21) mit dem invertierenden Eingang des ersten Operationsverstärkers (20) und mit dem Eingang des Integrators (2) verbunden ist, 60
  - daß die Steuerspannung (Ust) über einen zweiten Widerstand (24) dem invertierenden Eingang eines zweiten Operationsverstärkers (22) zugeführt ist, 65

- daß der Ausgang des zweiten Operationsverstärkers (22) mit der Anode einer zweiten Diode (23) verbunden ist,
- daß die Kathode der zweiten Diode (23) mit dem Eingang des Integrators (2) verbunden ist und über einen dritten Widerstand (25), der gleich groß wie der zweite Widerstand (24) ist, mit dem invertierenden Eingang des zweiten Operationsverstärkers (22) verbunden ist und
- daß der nichtinvertierende Eingang des zweiten Operationsverstärkers (22) mit Massepotential (1) verbunden ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

